

***INFORME FINAL DE CONSULTORIA  
SILVICULTURA DE BOSQUE  
HUMEDO TROPICAL***

Documento Técnico 52 /1997

Mayo, 1997

---

## TABLA DE CONTENIDO

---

	Página	
PRESENTACION		
SECCION I	SILVICULTURA EXTENSIVA	I-1
	A. Bosque Experimental Elías Meneses	I-4
	B. San Antonio	I-6
SECCION II	PROPUESTA DE INVESTIGACION	II-1
	A. Cosecha.WB1	II-3
SECCION III	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	III-1

## ***PRESENTACION***

Este informe de consultoría tiene como objetivo ofrecer los lineamientos silviculturales para el manejo sostenible de dos concesiones en la Reserva Forestal del Choré en la Provincia de Ichilo, departamento de Santa Cruz. Una de estas concesiones es el Bosque Experimental Elías Meneses, bajo la administración de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno y la segunda es San Antonio, esta última se analizará para desarrollar un estudio de caso de manejo sostenible.

Por las tendencias mundiales respecto al mercado internacional de madera y por las ventajas sociales y ecológicas que garantizan los principios y criterios en los que se fundamenta la certificación forestal, las prescripciones presentadas se basan en estos criterios. El sistema silvicultural propuesto se fundamenta en la información de los inventarios forestales y en los principios ecológicos que explican la dinámica del bosque húmedo tropical y subtropical. Las intensidades de aprovechamiento se han evaluado a la luz de los resultados de la investigación participativa desarrollada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica mediante el Proyecto REFORMA, la selección de especies se ha hecho basada en los estudios y experiencia desarrollados por el Proyecto BOLFOR en Bolivia.

Se consultaron los documentos disponibles, relativos a los bosques en estudio, inventarios forestales, planes de manejo e informes de consultorías anteriores, informes internos del Proyecto BOLFOR y otros documentos que aportan información general de la región. Se consultó el criterio de expertos en el manejo de bosques con énfasis en los bosques de la región, los ingenieros Pedro Saravia, Gregorio Cerro Grande, Olvis Camacho y Freddy Contreras. Uno de los aspectos importantes en la propuesta silvicultural es la lista de especies para aprovechar, en este aspecto se contó con la valiosa colaboración de los ingenieros Abraham Guillén y Richard Mancilla, funcionarios del proyecto.

**SECCION I**

---

**SILVICULTURA EXTENSIVA**

---

## SECCION I

### SILVICULTURA EXTENSIVA

---

En el manejo del bosque natural existen dos alternativas de intensidad, la que corresponde con los sistemas uniformes o monocíclicos y la de los sistemas de selección o policíclicos. Los primeros se basan en el aprovechamiento de todo el volumen comercializable y la aplicación de tratamientos silviculturales tendientes a estimular el crecimiento de la regeneración. Por otra parte en los sistemas de selección se aprovecha una parte del volumen maduro, procurando mantener la estructura del bosque como garantía de estabilidad y de mantenimiento de su potencial de producción. Por la estructura irregular del bosque y la presencia intencional de árboles comerciales maduros no tiene sentido la aplicación de tratamientos tendientes a incrementar el crecimiento de la regeneración y mucho menos sentido tiene tratar de homogeneizar la masa para tener un predominio de especies comerciales a costas de perder la estabilidad del ecosistema. La experiencia en el trópico señala que una cosecha bien planificada y ejecutada es el mejor tratamiento silvicultural. La idea central en la planificación del aprovechamiento debe ser la de mantener las proporciones entre las diferentes poblaciones, sin afectar ninguna de ellas en particular. También es necesario poner atención a la calidad ambiental del aprovechamiento, entendiéndose por calidad ambiental la posibilidad de que el bosque, después de la cosecha, siga cumpliendo satisfactoriamente con sus funciones en los ciclos de nutrimentos e hidrológico y que el ecosistema, como un todo, mantenga la dinámica de las poblaciones de especies, sean estas plantas o animales.

La diversidad biológica comprende la presencia de diferentes formas de vida, tanto de plantas como de animales, pero también a los diferentes arreglos de la información genética de los individuos de cada especie; cada individuo contiene una combinación única de genes que, al interactuar con el ambiente, le da un aspecto o fenotipo único (Ashton, 1996).

El tamaño de cada una de las diferentes poblaciones, grupos de individuos de la misma especie, corresponde con las exigencias ambientales y sus características de reproducción y de dispersión de semillas, en el caso de las plantas. La proporción de las diferentes poblaciones en la comunidad responde a las características de la dinámica propia del ecosistema.

Cada especie ocupa un nicho, o función, importante en el ecosistema, aparentemente algunos nichos pueden ser llenados por diferentes especies, pero no todas las funciones de una especie se pueden sustituir. La diversidad de formas de vida responde a la necesidad de cumplir diferentes funciones dentro del ecosistema.

El aprovechamiento es la intervención más importante del hombre en el bosque, por la magnitud del impacto sobre el ecosistema y por la intencionalidad económica, que lo justifica como actividad humana. Estos dos aspectos son antagónicos e identificar un punto de equilibrio entre la conservación del ecosistema y la rentabilidad, es uno de los principales objetivos de la planificación del manejo forestal.

El impacto es proporcional a la intensidad del aprovechamiento, esto es que a mayor cantidad de madera extraída, son mayores la erosión, compactación y pérdida de nutrientes del ecosistema, también es mayor el número de árboles eliminados, tanto los cosechados como aquellos que mueren colateralmente en el proceso. Para enfrentar el problema de encontrar un punto de equilibrio, entre el interés de incrementar los ingresos y la preocupación por mantener el potencial de producción del bosque, se ha generado tecnología para la planificación y ejecución del aprovechamiento.

Cuando se corta un individuo, se elimina del ecosistema un arreglo particular de información genética que difícilmente se repite en otros árboles, cuanto mayor es la intensidad del aprovechamiento, mayor es el riesgo de perder definitivamente información genética. Esta información le permite a la especie adaptarse a ambientes cambiantes, si la diversidad de juegos de información se disminuye, también se disminuye la capacidad adaptativa de la población y se aumenta el riesgo de extinción.

Bolstad y Bawa (1982) indican que en la mayoría de los árboles del bosque tropical se presenta dioicismo o mecanismos de autoincompatibilidad, que obligan a la existencia de varios árboles cercanos para que suceda su reproducción, ya que hay árboles “macho” y “hembra”, (dioicismo), o que, aunque en un árbol se presenten flores femeninas y masculinas, existen barreras fisiológicas o estructurales que impiden que suceda la polinización, en el caso de la autoincompatibilidad. Este hecho hace que determinadas poblaciones corran un alto riesgo por la disminución del número de árboles en edad reproductora. Por ejemplo, *Hyeronima oblonga* es una especie dioica y, en forma natural, presenta poblaciones pequeñas, por lo que, al aprovecharla, el riesgo de amenazar su permanencia en el ecosistema es alto.

La reducción de una población provoca la endocria, cruce entre parientes cercanos. El cruce entre genotipos muy parecidos conduce hacia la homocigosis, cuando para un determinado carácter se recibe información idéntica del padre y de la madre, en contraste con la heterocigosis en la que las informaciones, transmitidas en el polen y el óvulo, son diferentes y se manifiesta el carácter dominante. Cuando hay cruces entre parientes existe el riesgo de degeneración de la especie.

Se ha observado la disminución de determinadas poblaciones, por ejemplo de mara, *Swietenia macrophylla*, por la importancia en el mercado internacional de la madera, se ha aprovechado con mucha intensidad y ha sufrido una gran disminución de las poblaciones originales que amenaza su perpetuación en diferentes bosques neotropicales. La regeneración natural de mara, observada en algunos sitios del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica, presenta una respuesta muy pobre al ataque de la polilla barrenadora del brote apical, *Hypsipyla grandella*; este hecho se puede explicar por la estrecha y pobre base genética de la población.

El tamaño mínimo de las diferentes poblaciones, indispensable para garantizar su presencia en un ecosistema, no se conoce; por este motivo hay que tener cautela al determinar la intensidad del aprovechamiento y tomar en cuenta las características de la dinámica de cada población. En poblaciones de tamaño reducido es preferible no aprovechar ningún árbol, para no amenazar ni la

estabilidad de la población ni su calidad genética, en un siguiente ciclo de corta podría ser posible su aprovechamiento si la abundancia de la regeneración así lo permita. La magnitud de la superficie del bosque determina, en parte, la permanencia de las diferentes especies, en tal sentido Ashton (1996), propone que los fragmentos de los principales tipos de bosque deben contener al menos 2 000 individuos, en edad reproductiva, de al menos la mitad de las especies arbóreas. Este indicador supone que aún las especies que presentan menor abundancia, por sus características poblacionales, están bien representadas en el área.

La hospitalidad del sitio determinará la cantidad de especies y las diferentes proporciones entre la abundancia característica de cada una de ellas. La hospitalidad está determinada por la fertilidad y profundidad del suelo, el drenaje, la frecuencia y magnitud de la apertura de claros, la presencia de fuegos frecuentes o temperaturas extremas. La estructura natural del bosque es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características del sitio. La abundancia de cada especie responde a la dinámica de su población y al equilibrio entre las poblaciones que conforman la comunidad y que compiten por los recursos que ofrece el sitio. Si se disminuye, artificialmente, la población de una especie se rompe la proporción numérica frente a las restantes especies y se origina un desbalance en la capacidad de producción de semillas y, por lo tanto disminuye la ocupación del espacio por esa especie en el bosque. La disminución del espacio ocupado por una especie, puede conducir a la desaparición paulatina de la misma, si se repite la intervención en diferentes ciclos de corta.

De las consideraciones anteriores se concluye que el impacto del aprovechamiento se debe distribuir entre el mayor número de especies posible y que este impacto debe ser equivalente entre las especies. No es conveniente cosechar las especies más valiosas, que han sido aprovechadas selectivamente en el pasado. La abundancia y estructura poblacional de cada especie permite definir el número de individuos para aprovechar, proporcional a su abundancia. En este caso se hace el análisis partiendo del supuesto que se llevarán al mercado al menos diez especies diferentes, se debe hacer un esfuerzo en la comercialización de especies que, en el pasado, no se han aprovechado. Para seleccionar las especies que se aprovecharán se tomó en cuenta la estructura de la población, hay evidencia en el inventario de que quedan en pie un número suficiente de árboles jóvenes de cada especie. Se tomó en cuenta también el potencial de comercialización en Bolivia y la experiencia de uso de la especie en otros países.

En el caso de las especies muy valiosas, mara, picana negra y cedro por ejemplo, no se contempla su aprovechamiento, por considerarse especies raras o poco frecuentes, el aprovechamiento representaría una amenaza tanto para la permanencia de la especie en el ecosistema como para la calidad genética de la población. De acuerdo con la información suministrada por los ingenieros Cerro Grande y Saravia en la región se aprovecharon grandes volúmenes de mara en el pasado reciente.

El diámetro mínimo de corta ponderado DMC/P, se refiere al promedio ponderado de los diámetros mínimos por especie propuestos para aprovechamiento en el bosque o estrato. Para cada especie se aprovechará un determinado número de individuos, de acuerdo con la abundancia de la misma, estos árboles se seleccionarán entre los de mayor diámetro de manera que para cada especie en cada bosque habrá un diámetro, o categoría de diámetro, a partir del cual se

aprovechará. El promedio se calcula a partir del punto medio de la categoría menor de la que se aprovecha en las diferentes especies y se pondera mediante el número de individuos que se aprovecha en esa categoría.

### A. Bosque Experimental Elías Meneses

A partir de la información del inventario forestal presentada por Dauber *et al* (1993) se plantean las siguientes especies e intensidades, volúmenes de corta y diámetros mínimos de corta. La idea es distribuir el impacto de la cosecha entre las poblaciones de diez especies.

En el estrato alto se encuentra un número mayor de individuos por lo que la intensidad propuesta es menor que en los restantes estratos.

La recomendación de cosecha comprende las siguientes especies y número de árboles por categoría diamétrica.

ID: B E ELÍAS MENESES									
BOSQUE ALTO DENSO									
INTENSIDAD 9%									
ESPECIE	TOTAL	COSECHA /ESPECIE	DAP 40-50	DAP 50-60	DAP 60-70	DAP 70-80	DAP 80-90	DAP 90-100	DAP 100<
Coloradillo	19.8	1.78	0.3	1	0.3	0.1	0.1		
Jorori	7.2	0.65	0.5	0.12					
Verdolago	5.1	0.46		0.25	0.1	0.1			
Isiri	3.7	0.33		0.2	0.1				
Mara macho	1.6	0.14	0.1	0.1					
Yesquero	0.8	0.07						0.06	
Ochoó	24.5	2.21					0.5	0.7	1
Mururé	18	1.62	0.7	0.4	0.2	0.1			
Bibosi	5.6	0.50				0.1	0.1	0.1	0.2
Mapajo	1.4	0.13					0.14		
TOTAL	87.7	7.9	1.6	2.1	0.7	0.4	0.8	0.9	
		VOL/ARB	0.86	1.33	1.98	2.58	3	3.5	5.75
		VOL COS	1.37	2.75	1.39	1.03	2.52	3.01	0
		COSECHA VOL	12.07	m3					
		DMC/P	67.67	cm					

Para el estrato mediano denso se recomienda que la cosecha comprenda las siguientes especies y distribución de individuos por clase de diámetro.

BOSQUE MED. DENSO INTENSIDAD PROP.	15%									
	TOTAL	COSECHA /ESPECIE	DAP 40-50	DAP 50-60	DAP 60-70	DAP 70-80	DAP 80-90	DAP 90-100	DAP 100<	
Jorori	5.9	0.89	0.5	0.2	0.1					
Coloradillo	6	0.90	0.5	0.3	0.1					
Verdolago	2.1	0.32	0.17	0.1	0.1					
Guayabochi	2.1	0.32		0.23	0.12					
Yesquero	1.1	0.17				0.07	0.1			
Almendrillo	0.8	0.12				0.12				
Mururé	13.9	2.09	1.3	0.34	0.14					
Ochoó	12.8	1.92			0.5	0.9	0.4	0.2	0.2	
Sangre de Vaca	1.6	0.24		0.14	0.1					
Bibosi	2.5	0.38					0.12	0.13	0.13	
TOTAL	48.8	7.3	2.5	1.3	1.2	1.1	0.6	0.3		
		VOL/ARB	0.86	1.33	1.98	2.58	3.00	3.50	5.75	
		VOL COS	2.12	1.74	2.30	2.82	1.86	1.16	0	
		COSECHA	VOL 11.98 m3							
		DMC/P	51.6	cm						

En estos dos estratos se recomiendan especies tanto para aserrío como para la elaboración de madera contrachapada. En vista de que en la región existen importantes extensiones de bosque con características similares, una estrategia saludable para incrementar las posibilidades de éxito del de manejo es establecer una industria de contrachapado basada en estas especies.

En el caso del análisis del estrato Bajo Denso se parte de la población con diámetro mayor a 20 cm, ya que la abundancia de los individuos de la categoría de 10 a 20 centímetros es muy alta, principalmente en los casos de palo maría (*Calophyllum brasiliensis*) y mururé (*Brosimum* sp). Esta distribución causa distorsión en la interpretación de los resultados ya que la mortalidad en esta categoría es mayor que en las otras categorías, si se define el número de individuos para aprovechar, basados en una información de este tipo hay un alto riesgo de afectar la población más allá de su capacidad de regeneración, por otra parte el diámetro mínimo de corta sería muy bajo y de dudosa rentabilidad. La intensidad propuesta del 15% de los individuos se refiere a los individuos de más de 20 cm de diámetro a diferencia de los casos del bosque alto y medio.

ID: ELIAS MENESES									
BOSQUE BAJO DENSO									
INTENSIDAD PROP. 15%									
ESPECIE	TOTAL	COSECHA /ESPECIE	DAP 40-50	DAP 50-60	DAP 60-70	DAP 70-80	DAP 80-90	DAP 90-100	DAP 100<
Palo María	6.5	0.98	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1		
Verdolago	0.4	0.06		0.1					
Tajibo	1.3	0.20	0.14						
Coloradillo	1.1	0.17		0.1					
Yesquero	0.5	0.08	0.1						
Murure	8.8	1.32	1.2	0.1					
Ochoo	8.7	1.31	0.4	0.5	0.2	0.1		0.1	
Bibosi	6.4	0.96	0.2	0.3	0.4	0.1			
Mapajo	2.2	0.33		0.13	0.2				
Sangre de Vaca	1.6	0.24	0.24						
TOTAL	37.5	5.6	1.7	1.3	1.0	0.4	0.1	0.1	
		VOL/ARB	0.86	1.33	1.98	2.58	3.00	3.50	5.75
		VOL COS	1.44	1.76	1.98	1.03	0.30	0.35	0.00
		COSECHA VOL	6.87	m3					
		DMC/P	46.64	cm					

Por las características del bosque el volumen aprovechable es bajo. Una intensidad de aprovechamiento mayor podría amenazar la estabilidad del ecosistema y el potencial de producción del mismo. El DMC/P indica que los árboles que se podrían aprovechar, en general, son de pequeñas dimensiones, esto está determinado principalmente por el palo maría y murure. Se recomienda reservar este estrato para conservación, como una muestra inalterada de un tipo de ecosistema. Se supone que las limitaciones ambientales, baja hospitalidad, se manifiestan en la altura del dosel y en las dimensiones de los árboles, estas limitaciones ambientales pueden manifestarse también en una mayor fragilidad por lo que no es conveniente correr altos riesgos por bajos volúmenes.

Para la ordenación de la unidad de manejo se contemplan únicamente los estratos alto y mediano. En vista de que los volúmenes para aprovechar por hectárea son muy similares entre estos estratos, se recomienda definir cuarteles de corta anual independientemente del estrato en que se ubican. A partir de la información de extensión de los estratos alto y mediano, presentada por Vega (1991), para un ciclo de corta tentativo de cuarenta años, la superficie de la cabida corresponde a 797 hectáreas y la posibilidad ponderada es de 9597 m<sup>3</sup>. Este volumen puede variar levemente dependiendo si en un año el área de corta corresponde con el bosque alto o el mediano. Se llama la atención al hecho de que al planificar el aprovechamiento de cada año hay que tomar en cuenta el tipo de bosque para definir las especies y el DMC correspondiente a las mismas.

## B. San Antonio

El inventario de este bosque (BOLFOR, 1996) indica que el volumen disponible para cosecha es mayor que en el caso anterior. En esta unidad de manejo se recomienda el mismo porcentaje del número de árboles para aprovechar en cada uno de los tres estratos en vista de que

la estructura horizontal es similar. La información de especies y distribución de los árboles a cosechar en el estrato alto es la siguiente.

<b>ID: SAN ANTONIO</b>								
<b>BOSQUE ALTO DENSO</b>								
<b>INTENSIDAD PROP. 12%</b>								
ESPECIE	TOTAL	COSECHA /ESPECIE	DAP 40-50	DAP 50-60	DAP 60-70	DAP 70-80	DAP 80-90	DAP 90<
Almendrillo	4.48	0.54				0.223	0.313	
Isirí	5.12	0.61	0.3	0.313				
Verdolago	2.4	0.29						0.29
Blanquillo	6.15	0.74			0.417	0.313		
Guayabochi	0.83	0.10					0.1	
Jorori	6.67	0.80	0.7	0.1				
Negrillo	4.06	0.49	0.4			0.1		
Ochoo	10.31	1.24						1.24
Paquíó	1.36	0.16		0.16				
Sujo	0.83	0.10						0.1
<b>TOTAL</b>	<b>42.2</b>	<b>5.1</b>	<b>1.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>1.6</b>
		VOL/ARB	1.28	1.28	1.44	2.38	3.96	6.41
		VOL COS	1.79	0.73	0.60	1.52	1.64	10.46
		COSECHA VOL	16.73 m3					
		DMC/P	68.21 cm					

El volumen disponible en el bosque alto es comparativamente mayor, posiblemente en virtud de las dimensiones de los árboles.

Para el bosque mediano se tiene la siguiente prescripción de cosecha respecto a las especies y distribución diamétrica de los árboles a aprovechar.

<b>ID: SAN ANTONIO</b>								
<b>BOSQUE MED. DENSO</b>								
<b>INTENSIDAD PROP. 12%</b>								
ESPECIE	TOTAL	COSECHA /ESPECIE	DAP 40-50	DAP 50-60	DAP 60-70	DAP 70-80	DAP 80-90	DAP 90<
Almendrillo	4.48	0.54				0.23	0.313	
Isirí	5.12	0.61	0.3	0.31				
Verdolago	2.4	0.29			0.05			0.313
Blanquillo	6.15	0.74		0.1	0.42	0.31		
Guayabochi	0.83	0.10					0.11	
Jorori	6.67	0.80	0.7	0.1				
Negrillo	4.06	0.49	0.4			0.1		
Ochoó	10.31	1.24						1.2
Paquí	1.36	0.16		0.2				
Sujo	0.83	0.10						0.1
<b>TOTAL</b>	<b>42.2</b>	<b>5.1</b>	<b>1.4</b>	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>1.6</b>
		VOL/ARB	0.67	1.21	1.35	2.45	2.77	3.97
		VOL COS	0.94	0.86	0.63	1.57	1.17	6.40
		COSECHA VOL	11.57 m3					
		DMC/P	64.86 cm					

A pesar de que el número de árboles por hectárea propuestos para aprovechar es igual que en el estrato anterior, el volumen disponible es menor.

En el caso del bosque bajo se tiene la siguiente prescripción.

<b>ID: SAN ANTONIO</b>								
<b>BOSQUE BAJO DENSO</b>								
<b>INTENSIDAD PROP. 12%</b>								
ESPECIE	TOTAL	COSECHA /ESPECIE	DAP 40-50	DAP 50-60	DAP 60-70	DAP 70-80	DAP 80-90	DAP 90<
Almendrillo	2.084	0.25					0.25	
Isirí	6.25	0.75			0.75			
Verdolago	5	0.60				0.6		
Bibosi	1.67	0.20						0.2
Blanquillo	7.5	0.90	0.5	0.41				
Jorori	4.17	0.50	0.1	0.41				
Negrillo	1.25	0.15	0.15					
Ochoó	17.08	2.05				0.41	0.83	0.83
Serebó	0.83	0.10				0.1		
Sujo	1.25	0.15	0.15					
<b>TOTAL</b>	<b>47.1</b>	<b>5.7</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.0</b>
		VOL/ARB	0.73	1.08	0.71	2.97	2.66	2.34
		VOL COS	0.65	0.88	0.53	3.29	2.88	2.42
		COSECHA VOL	10.65 m3					
		DMC/P	66.28 cm					

El número de árboles por hectárea propuestos es ligeramente mayor que en los estratos anteriores, sin embargo el volumen disponible es menor, estas diferencias no son importantes si se comparan con la diferencia en volumen respecto al bosque alto que ofrece un volumen 50 % mayor que el promedio de los volúmenes de los estratos mediano y bajo.

Para efectos de ordenación se sugiere definir cuarteles de corta anual del estrato alto, en forma independiente de los estratos mediano y bajo, estos dos se pueden trabajar en forma combinada, en vista de la similitud en los volúmenes disponibles, no se deben perder de vista las diferencias en especies para cosecha y las distribuciones diamétricas de los árboles.

**SECCION II**

---

**PROPUESTA DE INVESTIGACION**

---

## SECCION II

### PROPUESTA DE INVESTIGACION

---

La siguiente propuesta es general y se puede aplicar en diferentes unidades de manejo, es recomendable seguir el mismo diseño de manera que se puedan establecer comparaciones entre diferentes bosques o estratos.

Continuando con la idea de mantener las proporciones naturales entre las diferentes poblaciones de árboles, se puede aplicar un tratamiento silvicultural tendiente a restablecer el equilibrio que se puede haber alterado por la eliminación de los árboles de la cosecha. Además del aspecto de composición de la masa un tratamiento silvicultural puede contribuir a favorecer el establecimiento de la regeneración, principalmente de aquella que espera mejores condiciones de luz para continuar su crecimiento.

Por las características actuales de la silvicultura en Bolivia, no es lógico pensar en la aplicación generalizada de un tratamiento que complemente a la cosecha, más bien, como se indicó al principio, se debe aplicar la cosecha como un tratamiento silvicultural. Sin embargo es interesante aplicar, a nivel experimental, tratamientos silviculturales con el objetivo de generar experiencia en su aplicación e identificar las respuestas en los diferentes tipos de bosque.

En la estructura vertical del bosque se identifican diferentes estratos que corresponden con microclimas, caracterizados por la disponibilidad de diferentes cantidades de energía que disminuye conforme se desciende, de manera que al nivel de los dos metros sobre el suelo la cantidad de energía lumínica disponible, es solo una pequeña fracción de la que se dispone en la parte superior del dosel.

En vista de que los estratos están formados por las copas de los árboles que han encontrado los niveles de energía suficientes para satisfacer sus necesidades. Las especies esciófitas, tolerantes a la sombra, se ubican en los niveles inferiores del bosque. Estas especies no alcanzan dimensiones mayores a 20 o 30 cm DAP y por lo general carecen de uso comercial, son abundantes ya que pueden tolerar altos niveles de competencia. Por su temperamento se espera que tengan abundante regeneración por lo que la eliminación de una parte de los árboles no amenaza la presencia de la especie en el bosque. Las copas de estos árboles forman un estrato denso entre los ocho y doce metros de altura (superficie de inversión ecológica), dependiendo del tipo de bosque, e impiden prácticamente la entrada de luz directa al piso del bosque.

Un tratamiento dirigido a disminuir el número de árboles de estas especies evitaría que ocupen el espacio correspondiente a las que se disminuyeron con la cosecha e incrementaría la entrada de energía radiante al piso del bosque en el que la regeneración de algunas especies de interés comercial por ejemplo el almendrillo, *Dipteryx alata*, que permanece como brinjal esperando mayores niveles de luz para continuar creciendo. Un tratamiento de este tipo tiene cierta similitud con los tratamientos para inducir el establecimiento de la regeneración en los sistemas de regeneración bajo dosel protector, “shelterwood”, a diferencia de estos sistemas, el propuesto mantiene la irregularidad del bosque.

Una muestra de las especies que forman un estrato bajo se encuentra en el inventario de las especies sin valor comercial del bosque alto de San Antonio, en el Choré. La abundancia (ABUND) se expresa en número de árboles por hectárea, la altura del punto de inversión morfológica ( $H_{pim}$ ) se expresa en metros y corresponde con el promedio del límite inferior del estrato, se estima en 6,2 m.

NOMBRE COMUN	ESPECIE	ABUND.	$H_{pim}$
Bisillo	<i>Borojoa</i> sp	1,00	7,0
Chocolatillo	<i>Unonopsis floribunda</i>	0,62	4,5
Cuqui	<i>Senna</i> sp	0,62	4,5
Gabetillo	<i>Sloanea rufa</i>	2,00	4,0
Guapomó	<i>Salacia gigantea</i>	1,00	5,0
Malmoscada		7,08	6,0
Ojos negro	<i>Celtis shippii</i>	3,12	7,0
Pacay	<i>Inga</i> sp	6,56	8,0
Sauco negro	<i>Zanthoxylum</i> sp	0,62	12,0
Yerbo		1,70	4,0
TOTAL		24,32	$\mu=6,2$

Como tratamiento silvicultural se recomienda la eliminación de un porcentaje de los árboles del estrato inferior de manera que se elimine un número similar al de la cosecha. La operación para eliminar árboles puede ser el anillamiento o el envenenamiento.

Para la implementación del diseño experimental se recomienda que en cada unidad de manejo se identifique el área que se ha planificado aprovechar al final del ciclo, cuarenta años después de iniciado el manejo, esta área se mantendrá sin intervenir hasta ese momento y mientras tanto se puede usar como testigo. En el caso de diferentes estratos se debería identificar áreas de este tipo para cada estrato. En una parte del área correspondiente al aprovechamiento del año siguiente, se define dónde se aplicará el tratamiento silvicultural. El área para aplicar el tratamiento puede representar del cinco al diez por ciento del área de corta anual por estrato. Una vez que se tienen definidas las áreas correspondientes al testigo, aprovechamiento y aprovechamiento más tratamiento silvicultural se procede a establecer las unidades de muestreo.

Como unidad de muestreo se recomiendan parcelas permanentes de un cuarto de hectárea, 50 X 50 m, como se indica en el informe de consultoría sobre Crecimiento y Rendimiento para BOLFOR. Las parcelas tendrán un área de aislamiento equivalente a dos veces la altura del dosel. En un bosque de 35 m de alto, por ejemplo, cada parcela estará separada de la más cercana por lo menos por 140 m, setenta correspondientes a cada parcela, y a más de 70 m del borde del tipo de bosque o compartimiento. Es importante que las muestras representen la población a las que son referidas, en el caso de las área intervenidas es preciso que las muestras, dispuestas al azar, representan situaciones de disturbio, claros de cosecha y árboles eliminados, por lo anterior las parcelas se deben demarcar de manera que se puedan redefinir fácilmente pero que no sean tan evidentes como para llamar la atención de los operadores de la cosecha y tratamiento silvicultural ya que este hecho puede inducir a aplicar un tratamiento diferente en esas áreas, de todos modos se debe dar la instrucción de tratar las parcelas igual que el resto del área. En vista de que en el

censo se conoce la ubicación de los árboles a cosechar es fácil asegurar que al menos un árbol sea talado en cada parcela.

El número de muestras puede variar de acuerdo con los recursos disponibles, un número aceptable de repeticiones va de diez a quince, esto es, de treinta a cuarenta y cinco parcelas correspondientes a tres tratamientos en cada sitio, tres tratamientos. En estas parcelas se evalúan las variables de respuesta a los diferentes tipos de intervención y también son válidas para desarrollar estudios de crecimiento e incorporar su información a un SPPM.

Si se tienen diferentes estratos o si se establecen ensayos en diferentes unidades de manejo se pueden analizar las mismas variables de respuesta en forma integral removiendo, mediante bloques, la variabilidad atribuible a la diferencia de estratos, efecto climático entre un año y otro, o incluso a diferencias de zona de vida. Debe haber mucha claridad a la hora de definir las variables de respuesta, por ejemplo si se tienen bloques tratados en diferentes años no es lógico comparar mediciones simultáneas, las variables a comparar deben corresponder al mismo periodo después de la intervención.

#### A. COSECHA.WB1

Uno de los aspectos fundamentales en el manejo forestal sostenible es determinar la intensidad óptima de aprovechamiento para un determinado bosque, así como distribuir equitativamente el impacto de la cosecha entre varias especies.

Se desarrollo una hoja de cálculo para determinar, en función de una determinada intensidad de aprovechamiento, el número de árboles por hectárea por especie, el volumen de la cosecha y el diámetro mínimo de corta ponderado, DMC/P, para el bosque. Esta hoja de cálculo, COSECHA.WB1, se escribió para el paquete QUATRO, para WINDOWS.

La información de entrada se toma del inventario forestal, referida por hectárea, que corresponde al número de árboles por especie y por categoría de diámetro de diez centímetros de amplitud. Las categorías van de 40 cm a más de un metro. En la hoja de cálculo, como se muestra en el esquema que se presenta a continuación, las celdas en las que se introduce información aparecen sombreadas.

Para usar la hoja COSECHA.WB1 se recomienda salvar el archivo con un nombre diferente, alusivo al bosque en estudio, de manera que siempre se cuente con la hoja sin modificaciones. La hoja aparece como se indica a continuación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1 ID: BOSQUE :												
2 INTENSIDAD		0		ÁRBOLES SEGÚN INVENTARIO NUMERO DE.								

3	COSECHA		DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	NUM. ARB.	NUM ARB
5	ESPECIE	TOTAL /ESPECIE	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100<	COSECHA	DISPON.
6		0.00								0	0
7		0.00								0	0
8		0.00								0	0
9		0.00								0	0
10		0.00								0	0
11		0.00								0	0
12		0.00								0	0
13		0.00								0	0
14		0.00								0	0
15		0.00								0	0
16	TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17		VOL/ARB	0.778	1.269	1.8578	2.545	3.331	4.2148	5.197		
18		VOL COS	0	0	0	0	0	0	0		
19		COSECHA VOL	m3								
20		DMC/P	cm	0							

En las celdas de la A6 a la A15 se introduce el nombre de las especies, se ha diseñado para trabajar con diez, o menos, especies diferentes. En las celdas de la B6 a la B15 se introducen el total de árboles por hectárea de cada especie, según inventario. En la celda B2 se anota la intensidad, en porcentaje, que se propone para el aprovechamiento. En las celdas de la C6 a la C15, aparece el número de árboles por hectárea que se aprovecharían de cada especie, bajo la intensidad propuesta. En la celda C16 aparece el total de árboles para aprovechar, un indicador de que la intensidad es apropiada es que la cosecha sea de cinco a siete árboles por hectárea, de acuerdo con las evaluaciones hechas en Costa Rica, con una cosecha de esta magnitud y la aplicación de las medidas mitigadoras propias del aprovechamiento mejorado, el bosque mantiene una estructura aceptable y se espera que el bosque mantenga su potencial de producción. Se puede cambiar el porcentaje de aprovechamiento en la celda B2, hasta tener un número de árboles adecuado para la cosecha.

En las celdas de la L6 a la L15 aparece el número de árboles disponibles para la cosecha, en principio son los mismos números que se aprovecharían de cada especie de acuerdo con la intensidad propuesta. Para cada especie, renglones del 6 al 15 se anota, en la columna respectiva, y en forma descendente (de la columna J hacia la D) el número de árboles por hectárea correspondiente a cada categoría, según el inventario. Conforme se anota el número de árboles de cada especie en cada categoría diamétrica, en la celda respectiva de la columna K aparece el total y en la columna L se disminuye el número de árboles disponibles. Cuando el número disponible llega a cero se pasa a la siguiente especie.

En la celda E19 aparece el total del volumen de la cosecha, calculado por categoría de diámetro. En la celda E20 aparece el DMC/P, este dato también permite evaluar la intensidad de la intervención propuesta sobre el bosque en particular, un DMC/P alto, mayor a 70 cm por ejemplo, indica que es una intensidad baja en función de la estructura del ecosistema, por otra parte un DMC/P bajo, menor a 60 cm, muestra que es una intensidad muy alta para un bosque que es pobre o en el que recientemente han aprovechado los especies seleccionadas. El DMC/P es un dato importante para la determinación de ciclos de corta en la hoja de cálculo TUNEL1.WB1, presentada en el Informe de Consultoría sobre Crecimiento para BOLFOR.

Además de las celdas mostradas, la hoja tiene oculto el renglón 4 en el que se encuentran los puntos medios de las respectivas clases diamétricas en las columnas de la D a la J, esta información se usa en la DC/P. En las celdas de la N1 a U10 se determinan el número de árboles por hectárea en la menor de las clases diamétricas que se propone aprovechar en cada especie. De la celda N11 a la U11 aparecen el total de árboles por categoría, correspondientes a la menor categoría de las que se aprovecha en cada especie. El DMC/P se calcula ponderando el punto medio de las clases diamétricas con el número de árboles correspondiente a la menor categoría para cada especie. Cuando no se ha registrado ningún árbol en la celda B2 aparece ERR, ya que hay una división por cero en la ponderación, inmediatamente que se introduce el primer dato aparece un dígito.

**SECCION III**

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

**SECCION III**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

- Ashthon, P. S. 1996. Stand Level Concepts and Indicators for Certification of Forest Management. In *UBC-UPM Conference on Ecological, Social and Political Issues on the Certification of Forest Management*. (1996, Putrajaya, Selangor, Malasia). [Proceedings]. The University of British Columbia, Canada, The University of Pertanian, Malaysia. pp 25-57.
- BOLFOR. 1996. Inventario de San Antonio. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Inventario No 3.
- Bolstad, F. V. y Bawa, K. S. 1982. Self Incompatibility in *Gmelina arborea* L. (Verbenaceae). *Silvae Genetica* 31(1):19-21.
- Consejo Boliviano para la Certificación Voluntaria. 1996. Estándares para la Certificación Forestal Voluntaria en Bolivia. Santa Cruz, Bolivia. 17p.
- Dauber, E. Quevedo, L y Guzmán, R. 1993. Inventario Forestal del Bosque Experimental Elías Meneses, Reserva Forestal de Producción Choré. Proyecto de Protección de Etnias y Recursos Naturales Renovables (SENMA/BID) Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Vega, L. 1991. Propuesta para la orientación del Manejo Forestal Sostenido del Bosque Experimental "Elías Meneses". Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura. Cochabamba, Bolivia. 73 p.